

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Ryuzo OKADA, et al.

GAU: Unassigned

SERIAL NO: New Application

EXAMINER: Unassigned

FILED: Herewith

FOR: IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number _____, filed _____, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

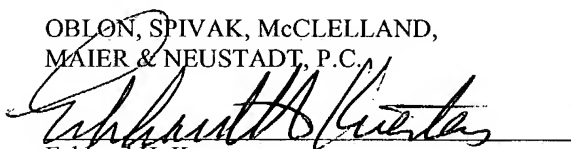
<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2002-187091	June 27, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. _____ filed _____
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number _____
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. _____ filed _____; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.


Eckhard H. Kuesters

Registration No. 28,870



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-187091

[ST.10/C]:

[JP 2002-187091]

出 願 人

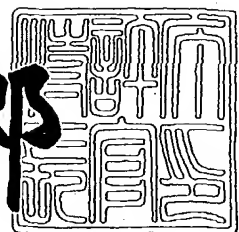
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 2月28日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3011808

【書類名】 特許願

【整理番号】 13B0211041

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 15/62

【発明の名称】 画像処理装置およびその方法

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
研究開発センター内

【氏名】 岡田 隆三

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝
研究開発センター内

【氏名】 小野口 一則

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100083161

【弁理士】

【氏名又は名称】 外川 英明

【電話番号】 (03)3457-2512

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010261

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特2002-187091

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理装置およびその方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

時系列画像を入力する画像入力手段と、入力された時系列画像の特定の領域内で障害物候補領域を設定し、その候補領域を画像内で追跡する障害物候補領域追跡手段と、3つ以上の候補領域の追跡結果の組を用いて、それら候補領域が特定の平面に属しているかどうかを判定する平面仮定検証手段と、前記平面仮定の検証結果を用いて障害物を検出する障害物検出手段とを具備した画像処理装置において、前記障害物候補領域追跡手段は、入力された時系列画像の特定の領域内で特定の方向の線分を検出する線分検出手段と、検出された線分周辺に障害物候補領域を生成する障害物候補領域生成手段と、画像フレーム毎に検出される特定の方向の線分位置の周辺を障害物候補領域の探索領域として設定する探索領域設定手段と、前記探索領域内で、前記障害物候補領域の画像の特徴量と類似した特徴量を持つ領域を探索する障害物候補領域探索手段とを具備したことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記障害物候補領域追跡手段は、追跡された障害物候補領域の追跡軌跡が滑らかでない場合に、当該障害物候補領域を追跡対象から削除することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記平面仮定検証手段は、3つ以上の候補領域を一組とする候補領域の組を選択する候補領域組選択手段と、当該候補領域組の動きについて、所定の平面への適合度を計算し、前記適合度からその平面に属するかを決定する平面仮定評価部を具備することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記障害物検出手段は、前記平面仮定検証手段によって車両が走行している平面に属しないと判断された障害物候補領域の数が、所定の条件を満たしたときに障害物と判定する障害物判定手段を具備したことを特徴とする請求項 1 記載の画

像処理装置。

【請求項 5】

過去に検出された前記障害物候補領域の動きから現在のフレームの障害物位置を推定する障害物位置推定手段を具備したことを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 6】

時系列画像を入力する画像入力ステップと、入力された時系列画像の特定の領域内で障害物候補領域を設定し、その候補領域を画像内で追跡する障害物候補領域追跡ステップと、3つ以上の候補領域の追跡結果の組を用いて、それら候補領域が特定の平面に属しているかどうかを判定する平面仮定検証ステップと、前記平面仮定の検証結果を用いて障害物を検出する障害物検出ステップとを具備した画像処理方法において、前記障害物候補領域追跡ステップは、入力された時系列画像の特定の領域内で特定の方向の線分を検出する線分検出ステップと、検出された線分周辺に障害物候補領域を生成する障害物候補領域生成ステップと、画像フレーム毎に検出される特定の方向の線分位置の周辺を障害物候補領域の探索領域として設定する探索領域設定ステップと、前記探索領域内で、前記障害物候補領域の画像の特徴量と類似した特徴量を持つ領域を探索する障害物候補領域探索ステップとを含むことを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車などの車両に代表される移動体に取り付けられたTVカメラの画像を用いて、自車両の走行の障害となる物体を検出する画像処理装置及びその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

自動車などの車両周辺の障害物を検出する手段として、大きく分けてレーダーを用いる方式と、画像を用いる方式が提案されている。

【0003】

レーダーを用いる方式では、レーザーレーダー(特願平9-30798)やミリ波レーダー(特開2001-42025)が多く用いられている。レーザーレーダーは雨など悪天候に弱いという問題ある。ミリ波レーダーには路面からの反射波と静止障害物からの反射波が区別できないという問題や、装置が高価になるという問題がある。さらに、これらレーダーを用いた方式では、自車両の走行経路上の障害物かどうか分からないという問題点がある。

【0004】

これに対して、画像を用いる方式では、自車両の走行レーンを検出し(中山、窪田、谷口、小野口、「逆投影画像上での候補追跡処理による白線検出」、電子情報通信学会技術研究報告書, Vol. 101, No. 302, pp. 15--22, 2001)、路面と路面内にない障害物を区別できるため(P2001-283204、岡田、谷口、小野口、「仮想平面追跡法を用いた単眼車載カメラによる障害物検出」、電子情報通信学会技術研究報告書, Vol. 101, No. 302, pp. 29--36, 2001)、自車両の走行レーン上にある衝突の危険性のある障害物のみを検出できる。また、装置も安価に構成することができる。

【0005】

画像を用いる方式には、複数のTVカメラを用いる方式と、単一のTVカメラを用いる方式がある。

【0006】

複数のTVカメラを用いる方式には、三角測量の原理によって距離を計測することにより障害物を検出する方式(特開2000-207693)、路面より高い位置にあるものを障害物として検出する方式(特開2000-293693)がある。複数のカメラを用いる場合には、カメラ間の位置合わせ(キャリブレーション)の作業が必要となり、装置構成が複雑になる。また、カメラの数が複数ある場合の方が1台の場合より高価な装置になる。

【0007】

単一のTVカメラを用いる方式として、水平なエッジ線を前方の車両の接地線として検出する方式(特開平7-280517、特開平7-28975)がある。この手法では、見付けたエッジ線が路面上のペイントやアスファルトの継ぎ目など

の可能性もあるため、誤検出を起こす場合がある。

【0008】

S. CarlssonとJ.-O. Eklundhは、'Object detection using model based prediction and motion parallax', Proc. of ECCV, pp. 297-306, 1990において、路面の動きを画面内の点の動きを用いて推定し、路面の動きと異なる動きをする領域を障害物領域として求めている。

【0009】

この手法のように、路面の動きを推定する手法は、画像上で路面が比較的大きい面積を占めており、かつ、その路面に明瞭なテクスチャ(白線や横断歩道などのペイント)を必要とする。実際の走行環境ではこのような条件が満たされないことも多い。

【0010】

胡と内村は「変動背景における複数移動物体の検出及び同時追跡」、電学論D、120巻10号において、自車の進行方向を画面内の点の動きから推定し、背景の運動方向以外の動きを持っている領域を障害物として検出している。さらに、TVカメラと路面との幾何学的な関係を用いて、自車から障害物までの距離の変化を計算し、自車と路面の相対速度と異なる動きをしている移動物体を障害物として検出している。この手法では、路上に静止している物体が検出できないという問題がある。

【0011】

Zhangらは、'OBSTACLE DETECTION BASED ON QUALITATIVE AND QUANTITATIVE 3D RECONSTRUCTION', IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, No. 1, pp. 15-26, 1997において、画面内の特徴点のいくつかが路面上にあり、その他が障害物に属しているとき、これらの特徴点の運動が3次元平面の運動で記述できないことを利用して、ある特徴点集合の運動が平面運動で記述できない場合に障害物があると判断している。この手法は、路面と障害物の両方に十分な数の特徴点を必要とするが、実際の道路シーンでは、路面上にほとんど特徴点が無いことがある。また、特徴点の画像間の対応づけに間違いが含まれていると誤検出となるため、

実際の環境下で用いることが難しい。

【0012】

これに対して、岡田らは、『仮想平面追跡法を用いた単眼車載カメラによる障害物検出』，電子情報通信学会技術研究報告書，Vol. 101，No. 302，pp. 29--36，2001において、仮想的にシーン内に配置した路面と障害物に相当する複数の面を画像内で追跡し、追跡結果と現在の画像が最も良く一致する仮想平面を選択することにより障害物か路面かを区別している。

【0013】

この手法も、路面と障害物の運動視差を利用した手法であるが、路面に特徴点を必要としないので、実際の道路シーンに適用しやすく、また、局所的な情報に基づく点の対応付けではなく、平面を追跡しているため安定性が向上する。しかし、多数の平面の追跡を行うため、計算量が多い点が問題となる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

前記、路面と障害物の運動視差に着目した方式を、実際の環境下で実現するためには、処理の高速性と検出結果の正確さが求められる。そのためには、運動視差を安定かつ高速に求める必要がある。

【0015】

本発明は、1台のTVカメラを用い、路面と障害物の運動視差に着目して障害物を検出する手法を、高速かつ安定に実現する画像処理装置およびその方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明の画像処理装置においては、時系列画像を入力する画像入力手段と、入力された時系列画像の特定の領域内で障害物候補領域を設定し、その候補領域を画像内で追跡する障害物候補領域追跡手段と、3つ以上の候補領域の追跡結果の組を用いて、それら候補領域が特定の平面に属しているかどうかを判定する平面仮定検証手段と、前記平面仮定の検証結果を用いて障害物を検出する障害物検出手段とを具備した画像処理装置において、前記障害物候補領域追跡手段は、入力

された時系列画像の特定の領域内で特定の方向の線分を検出する線分検出手段と、検出された線分周辺に障害物候補領域を生成する障害物候補領域生成手段と、画像フレーム毎に検出される特定の方向の線分位置の周辺を障害物候補領域の探索領域として設定する探索領域設定手段と、前記探索領域内で、前記障害物候補領域の画像の特徴量と類似した特徴量を持つ領域を探索する障害物候補領域探索手段とを具備したことを特徴とする。

【0017】

また本発明の画像処理装置において、前記障害物候補領域追跡手段は、追跡された障害物候補領域の追跡軌跡が滑らかでない場合に、当該障害物候補領域を追跡対象から削除することを特徴とする。

【0018】

また本発明の画像処理装置において、前記平面仮定検証手段は、3つ以上の候補領域を一組とする候補領域の組を選択する候補領域組選択手段と、当該候補領域組の動きについて、所定の平面への適合度を計算し、前記適合度からその平面に属するかを決定する平面仮定評価部を具備することを特徴とする。

【0019】

また本発明の画像処理装置において、前記障害物検出手段は、前記平面仮定検証手段によって車両が走行している平面に属しないと判断された障害物候補領域の数が、所定の条件を満たしたときに障害物と判定する障害物判定手段を具備したことを特徴とする。

【0020】

また本発明の画像処理装置において、過去に検出された前記障害物候補領域の動きから現在のフレームの障害物位置を推定する障害物位置推定手段を具備したことを特徴とする。

【0021】

また本発明の画像処理方法において、時系列画像を入力する画像入力ステップと、入力された時系列画像の特定の領域内で障害物候補領域を設定し、その候補領域を画像内で追跡する障害物候補領域追跡ステップと、3つ以上の候補領域の追跡結果の組を用いて、それら候補領域が特定の平面に属しているかどうかを判

定する平面仮定検証ステップと、前記平面仮定の検証結果を用いて障害物を検出する障害物検出ステップとを具備した画像処理方法において、前記障害物候補領域追跡ステップは、入力された時系列画像の特定の領域内で特定の方向の線分を検出する線分検出ステップと、検出された線分周辺に障害物候補領域を生成する障害物候補領域生成ステップと、画像フレーム毎に検出される特定の方向の線分位置の周辺を障害物候補領域の探索領域として設定する探索領域設定ステップと、前記探索領域内で、前記障害物候補領域の画像の特徴量と類似した特徴量を持つ領域を探索する障害物候補領域探索ステップとを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の一実施形態を説明する。

【 0 0 2 3 】

図 1 は、本発明の画像処理装置を用いた実施形態の基本的な構成例を示す。始めに車両に搭載された画像入力部 1 0 で撮像手段たる 1 台の T V カメラにより車外の画像、特に車両前方の画像を撮像して、時系列画像を取得する。障害物候補領域追跡部 1 1 のうち、候補領域追跡部 1 2 では、この撮像された画像について、障害物候補領域を設定し画像内で追跡する。平面仮定検証部 1 3 では、画像内の 3 つ以上の候補領域を一組とする候補領域組を追跡し、その結果を用いて、候補領域組が特定の平面（例えば道路面）に属しているかどうかを判定する。障害物検出部 1 4 では、平面仮定検証部の結果に基づいて、障害物を検出しその位置を計算する。

【 0 0 2 4 】

以下では、障害物候補領域追跡部 1 1 のうち、候補領域追跡部 1 2、平面仮定検証部 1 3、障害物検出部 1 4 について詳しく説明する。説明を簡単にするため、T V カメラは路面が画像上で下になり、光軸が路面と平行かつ進行方向に平行に取り付けられているものとする。これ以外の設置方法についても簡単な拡張により同様の方法が適用できる。

【 0 0 2 5 】

図 2 に候補領域追跡部 1 2 の詳細な構成例を示す。線分検出ブロック S 2 1 で

は、障害物を検出するための検出領域内で特定の方向の線分を検出する。検出領域には様々な設定方法がある。例えば、以下のような方法がある。

【0026】

1. 画面全体を検出領域とする。

【0027】

2. 消失点よりも下側の領域を検出領域とする。

【0028】

3. 消失点に近づくに従って横幅が狭くなる固定の領域を検出領域とする。

【0029】

4. 画像処理により画像で自車両が走行しているレーンまたは道路を検出し、それらの内部領域を検出領域とする。

【0030】

5. ハンドル舵角センサーや、ジャイロなどの車両の走行状態を取得するセンサーの計測値から、自車両の走行予測経路を算出し、その周辺の領域を検出領域とする。

【0031】

車両には、道路と車両の接地線や車両、バンパーの外縁、ウィンドウの枠など水平線が多い。現在仮定しているカメラ配置では、これらの水平線は画像内でも水平線となるので、これら水平線を検出する。以下では、水平線を用いる場合について述べるが、その他の方向の線分を用いてもよい。

【0032】

水平線は画像内のエッジ(輝度変化が大きい点)として観測されるので、その検出方法には、sobelオペレータ等のエッジ検出オペレータを用いる。エッジ検出オペレータの出力強度が大きく、かつ、水平に近い方向をもつエッジを連結して水平線とする。他にも、2つの領域間の輝度値等の特徴量の分離度(K. Fukui, 'Edge Extraction Method based on Separability of Image Features', IEICE Trans. Inf. & Syst., Vol. E-78-D, No.12, 1995)を用いる方法もある。

【0033】

図3は「消失点」に近づくに従って横幅が狭くなる固定の領域を「検出領域」とし、「分離度フィルタ」を用いて水平線を検出する場合の説明図である。水平線を検出するので、フィルタの形状は図3のような上下に分かれた2つの領域とし、分離度フィルタの適応領域を検出領域内の様々な場所に移動させながら、この2つの領域間の輝度値の分離度を計算する。

【0034】

垂直方向、または、消失点に向かう方向に関する分離度の分布図(プロファイル)を求め、分離度が極大となる位置における分離度フィルタの2つの領域の境界線を水平線とする。フィルタの大きさは、例えば、検出領域内で消失点からの縦方向の距離に応じて変化させる。つまり、消失点からの縦方向の距離が小さくなるほど、フィルタの大きさを小さくするよう設定する。

【0035】

次に、図2の候補領域生成ブロックS22では、検出された「水平線」周辺に候補領域を設定する。水平線が路面と車両の接地線となる場合があることを考えると、水平線の上部が車両なので、検出された水平線の上部に候補領域(障害物領域)を設定する。図4はこの場合の説明図である。候補領域の大きさは、例えば、消失点に近くなるほど小さくなるように設定する。また、車両にはテールランプ、ヘッドライト、ナンバープレート等、テクスチャが存在するので、上で設定した候補領域のうち、その内部にテクスチャがある領域のみ選択する。

【0036】

図2の探索領域設定ブロックS23では、あるフレーム f の障害物候補領域が次のフレーム $f+1$ でどこに動いたかを探索する範囲(領域)を設定する。障害物候補領域は、水平線の上部に設定されているので、次のフレームにおいて移動したであろう障害物候補領域も水平線の上部にあるものと仮定される。そこで、図5のように、探索領域はフレーム f の候補領域Aの位置周辺において、次のフレーム $f+1$ で観測された「水平線」の上部の横長の領域とする。探索領域の高さは候補領域と同じとし、探索領域の幅は候補領域Aの幅よりすこし大きくとる。

【0037】

図2の障害物候補領域探索ブロックS24では、フレーム $f+1$ で設定した探

索領域内部の様々な位置にフレームfの候補領域(テンプレート)と同じ形状の領域を配置し、それらの領域内部の輝度値とフレームfの候補領域内部の輝度値の差の絶対値和(SAD)を計算し、最もSADが小さくなる領域をフレームf+1の障害物候補領域とする。毎フレームの追跡処理終了後に、テンプレートを追跡結果の位置に更新する。

【0038】

障害物候補領域の大きさは、上記のように固定しておく方法以外に、障害物候補領域の消失点からの相対的な位置に応じて、毎フレームテンプレートを更新する時に変化させる方法がある。例えば、消失点から障害物候補領域までの縦方向の距離が小さくなるほど、障害物候補領域の大きさも小さくすることが考えられる。また、輝度値の差の絶対値和以外にも、輝度値の差の二乗和、輝度値の相関係数、輝度値の微分値の差の絶対値和や二乗和、エッジの方向の差(Orientation Code Matchig: F. Ullah, S. Kaneko, and S. Igarashi, "Object Search Using Orientation Code Matching", Proc. of IAPR Workshop on Machine Vision Applications, pp. 262-266, 2000)、カラー画像のRGB値の差の絶対値和や二乗和等、様々な特徴量を用いて探索を行うことができる。

【0039】

さらに、テンプレートの更新方法として、ここで述べたように1フレーム毎に更新を行う方法以外に、障害物候補領域を設定した最初のフレームのテンプレートを更新しない方法や、障害物候補領域が、あらかじめ設定したある一定の距離動いた時にテンプレートを更新する方法がある。

【0040】

図2の障害物候補領域削除ブロックS25では、追跡に失敗している候補領域を選択し削除する。次のような条件のうち、少なくとも1つ以上の条件を満たす場合に削除する。

【0041】

1. 候補領域が画面の端に来た場合。

【0042】

2. 候補領域を探索したときの評価値(SAD等)が悪い場合。

【0043】

3. 候補領域内部にテクスチャが無い場合。

【0044】

4. 候補領域の移動軌跡が不規則な場合。(例えば、等速運動から大きく外れる場合)

図1の平面仮定検証部13は、3つ以上の候補領域を一組とする候補領域組を選択する候補領域組選択ブロックS31と、その候補領域組がどの平面に属するかを判定を行うか否かを判断する非検証判断ブロックS32と、候補領域組がどの平面に属するかを判定を行う平面仮定評価ブロックS33からなる(図6参照)。

【0045】

ここでは、候補領域組が、路面と、路面と車両の進行方向に垂直な平面(以下垂直平面と呼ぶ)の2つの平面のどちらに属するかを判定する場合について述べる。候補領域組選択ブロック31では、現在追跡中の候補領域から水平方向の位置に近い3つの候補領域をランダムに選択する。

【0046】

図7は、候補領域組が、垂直平面(例えば車両後部)に属する場合の説明図である。

【0047】

【数 1】

ある時刻 t において、最も上にある候補領域の縦方向の位置 $L_{vt}(t)$ と中央の候補領域の縦方向の位置 $L_{vm}(t)$ 、最も下の候補領域の縦方向の位置 $L_{vb}(t)$ が、その後の時刻 $t + \Delta t$ において、それぞれ $L_{vt}(t + \Delta t)$ 、 $L_{vm}(t + \Delta t)$ 、 $L_{vb}(t + \Delta t)$ に変化したとすると、全ての候補領域がある剛体の垂直平面内にある場合、以下の関係が成り立つ。

$$\frac{L_{vt}(t) - L_{vm}(t)}{L_{vt}(t + \Delta t) - L_{vm}(t + \Delta t)} = \frac{L_{vm}(t) - L_{vb}(t)}{L_{vm}(t + \Delta t) - L_{vb}(t + \Delta t)} = \frac{L_{vb}(t) - L_{vt}(t)}{L_{vb}(t + \Delta t) - L_{vt}(t + \Delta t)} \quad (1)$$

の関係が成り立つ。また、候補領域組が路面に属する場合、消失点から各候補領域の位置までの縦方向の距離を、垂直平面の場合と同様に $L_{ht}(t)$ 、 $L_{hm}(t)$ 、 $L_{hb}(t)$ 、 $L_{ht}(t + \Delta t)$ 、 $L_{hm}(t + \Delta t)$ 、 $L_{hb}(t + \Delta t)$ とすると、次の関係が成り立つ。

$$\begin{aligned} \frac{1}{L_{hb}(t)} - \frac{1}{L_{hm}(t)} &= \frac{1}{L_{hb}(t + \Delta t)} - \frac{1}{L_{hm}(t + \Delta t)} \\ \frac{1}{L_{hm}(t)} - \frac{1}{L_{ht}(t)} &= \frac{1}{L_{hm}(t + \Delta t)} - \frac{1}{L_{ht}(t + \Delta t)} \\ \frac{1}{L_{ht}(t)} - \frac{1}{L_{hb}(t)} &= \frac{1}{L_{ht}(t + \Delta t)} - \frac{1}{L_{hb}(t + \Delta t)} \end{aligned} \quad (2)$$

【0048】

非検証判断ブロック 32 では、候補領域組の動きが、上記のどちらの平面の動きにも適合しないことを検出する。以下のいずれか 1 つ以上を用いて判断基準とする。

【0049】

1. 候補領域組の縦方向の動きの大きさが消失点に近づくに従って単調に減少していない。

【0050】

2. 候補領域組の縦方向の動きが同じ方向ではない。

【0051】

3. 候補領域組の上下の位置関係が追跡の前後で変化(逆転)している。

【0052】

4. 候補領域組の水平方向の速度が大きく異なる。

【0053】

判断基準を満たす場合、この候補領域組については属する平面を決定する平面仮定評価ブロック 33 の処理を行わない。または、判断基準を満たす候補領域組に属する候補領域の中から、動きの等速性等の基準を用いて削除する候補領域を決定し、1 つ以上の 1 つ候補を削除してもよい。

【0054】

平面仮定評価ブロック33では、候補領域組の動きが路面と垂直面のどちらに適合するかを決定する。候補領域の動きの垂直面に関する拘束(式(1))に対する適合度と、路面に関する拘束(式(2))に対する適合度を計算し、適合度が高い方の平面を選択することによって適合する平面を決定する。

【0055】

【数2】

垂直面の適合度 s_v は、以下のように計算する。まず、候補領域間の縦方向距離の拡大率 m を次式で求める。

$$m = \frac{L_{vb}(t+\Delta t) - L_{vb}(t)}{L_{vb}(t) - L_{vt}(t)} \quad (3)$$

次に、この拡大率 m を用いて、候補領域が垂直面内にあると仮定した場合の時刻 $t+\Delta t$ の位置 $L_{vt}^p(t+\Delta t)$ と $L_{vm}^p(t+\Delta t)$ を次式で求める。

$$\begin{aligned} L_{vt}^p(t+\Delta t) &= L_{vb}(t+\Delta t) - m \times (L_{vb}(t) - L_{vt}(t)) \\ L_{vm}^p(t+\Delta t) &= L_{vb}(t+\Delta t) - m \times (L_{vb}(t) - L_{vm}(t)) \end{aligned} \quad (4)$$

垂直面への適合度 s_v を次式で求める。

$$s_v = |L_{vt}^p(t+\Delta t) - L_{vt}(t+\Delta t)| + |L_{vm}^p(t+\Delta t) - L_{vm}(t+\Delta t)| \quad (5)$$

路面の適合度 s_h は、以下のように計算する。式(2)を用いて、候補領域が路面内にあると仮定した場合の時刻 $t+\Delta t$ の消失点からの縦方向の距離 $d_{ht}^p(t+\Delta t)$ と $d_{hm}^p(t+\Delta t)$ を次式で求める。

$$L_{ht}^p(t+\Delta t) = \frac{1}{\frac{1}{L_{ht}(t)} - \frac{1}{L_{hb}(t)} + \frac{1}{L_{hb}(t+\Delta t)}} \quad (6)$$

$$L_{hm}^p(t+\Delta t) = \frac{1}{\frac{1}{L_{hm}(t)} - \frac{1}{L_{hb}(t)} + \frac{1}{L_{hb}(t+\Delta t)}} \quad (7)$$

路面に対する適合度 s_h を次式で求める。

$$s_h = |L_{ht}^p(t+\Delta t) - L_{ht}(t+\Delta t)| + |L_{hm}^p(t+\Delta t) - L_{hm}(t+\Delta t)| \quad (8)$$

【0056】

適合度 S_v 、 S_h は小さいほど各平面に関する拘束に適合しているので、 $S = S_h - S_v$ または、 S を時間的に蓄積した値が、ある正の閾値を上回ったとき垂直面に属すると判断し、負の閾値を下回ったとき路面に属すると判断する。

【0057】

【数 3】

垂直面に関する拘束式(1)は、画面内の位置の差を用いているため、画像の縦方向の平行移動、すなわち、路面の凹凸等によるカメラの回転運動が存在しても成り立つ。しかし、路面に関する拘束式(8)は、消失点からの位置を利用しているため、画像の縦方向の平行移動によって、画像に映る無限遠点である消失点の位置が変化すると、候補領域組が路面内にあったとしても成り立たなくなる。この問題を回避するため、式(6)、(7)、(8)によって路面に対する適合度を計算する際、 $L_{hb}(t+\Delta t)$ を路面の凹凸等による画面の平行移動がありうる範囲だけ様々に変化させて s_h を計算し、最小の s_h を選択する。

$$s_h = \min_{|d| < D} s_h(d) \quad (9)$$

$$s_h(d) = |L_{ht}^p(t+\Delta t, d) - L_{ht}(t+\Delta t)| + |L_{hm}^p(t+\Delta t, d) - L_{hm}(t+\Delta t)|$$

$$L_{ht}^p(t+\Delta t, d) = \frac{1}{\frac{1}{L_{ht}(t)} - \frac{1}{L_{hb}(t)} + \frac{1}{L_{hb}(t+\Delta t)+d}} \quad (10)$$

$$L_{hm}^p(t+\Delta t, d) = \frac{1}{\frac{1}{L_{hm}(t)} - \frac{1}{L_{hb}(t)} + \frac{1}{L_{hb}(t+\Delta t)+d}} \quad (11)$$

【0058】

適合度の計算の方法は、拘束式(1)、(2)の選択の仕方によって上記以外の式も選択可能である。また、一組の候補領域に属する候補領域の数も3に限定されるものではなく、それ以上の数であっても同様の議論で容易に拡張可能である。

【0059】

障害物検出部14は、障害物判定ブロック41、障害物位置検出ブロック42、障害物位置推定ブロック43からなる(図8参照)。

【0060】

障害物判定ブロック41では、候補領域組が属する平面に関する多数の判定結果を用いて、障害物(垂直面)が存在するかどうかを決定する。ある1つの候補領域Aを選択し、Aが属する候補領域組のうち、Aが画面上で最も下の位置にある候補領域組がNA組あったとする。NAの内、平面仮定評価部33で垂直面であると判断された組の数をNvとすると、Nv/NAがある閾値を超えたとき、障害物が存在すると判定する。

【0061】

次に、障害物位置検出ブロック、障害物であると判定された候補領域の集合を画像上の障害物領域とする。また、障害物領域の最も下の位置を、路面と障害物の接地線として検出することもできる。さらに、TVカメラの路面に対する取り付け位置や角度、TVカメラの内部パラメータが既知であれば、画像内の接地線

の位置を用いて自車両から障害物までの距離を計算することができる。

【0062】

障害物位置推定ブロック、障害物がTVカメラに近づきすぎて、その接地線が画面外に出た場合や、なんらかの理由で接地線が検出できなかった場合、候補領域の追跡結果から現在の接地線の位置(障害物までの距離)を推定する(図9参照)。

【0063】

過去のフレームにおいて、「接地線」として観測された位置のすぐ上にあった候補領域は、障害物(垂直平面)に属すると仮定できる。そこでこれらの候補領域の追跡結果から、時間的に連続する(時刻 t 、時刻 $t + \Delta t$)のフレーム間で、これら候補領域同士の縦方向の間隔($D1$ 、 $D2$ 、 $D1'$ 、 $D2'$)の拡大率(縮小率): $m = D1' / D1$ を計算し、式(4)と同様にして現在のフレームで観測できなかった接地線(予測接地線位置)を推定する。

【0064】

なお本発明の実施の形態においては、車両の前方(進行方向)に向かって撮影した画像を用いて、車両の前方に存在する障害物(先行車両など)を検出する技術について説明したが、本発明はこの実施の形態に限られない。

【0065】

例えば車両の後方(車両進行方向と逆向き)に向かって撮影した画像を用いた場合でも、同様の手法を用いて、車両の後方に存在する立体物(後行車両など)を障害物として検出することも可能である。この場合には、先行車両から見た後行車両の追突防止のための後行車両検出に利用することができる。また、車両の後側方を撮影した画像を用いて、自車両を追い抜いたり追い越したりする車両をや、自車両が追い抜いたり追い越したりした車両を検出することもできる。

【0066】

【発明の効果】

本発明によれば、1台のTVカメラを用いて、路面と障害物の運動視差の分布の違いに基づいて高速かつ安定に障害物を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態の構成を示すブロック図。

【図 2】 図 1 の候補領域追跡部の一実施形態を示すブロック図。

【図 3】 水平線検出方法の説明図。

【図 4】 障害物候補領域の設定方法の説明図。

【図 5】 障害物候補領域の追跡処理における、候補領域の探索範囲の設定方法の説明図。

【図 6】 図 1 の平面仮定検証部の一実施形態の構成を示すブロック図。

【図 7】 候補領域が路面と TV カメラの光軸に垂直な平面に属する場合の拘束条件の説明図。

【図 8】 図 1 の障害物検出部の一実施形態を示すブロック図。

【図 9】 接地線の推定手法の説明図。

【符号の説明】

10 画像入力部

11 障害物候補領域追跡部

12 候補領域追跡部

13 平面仮定検証部

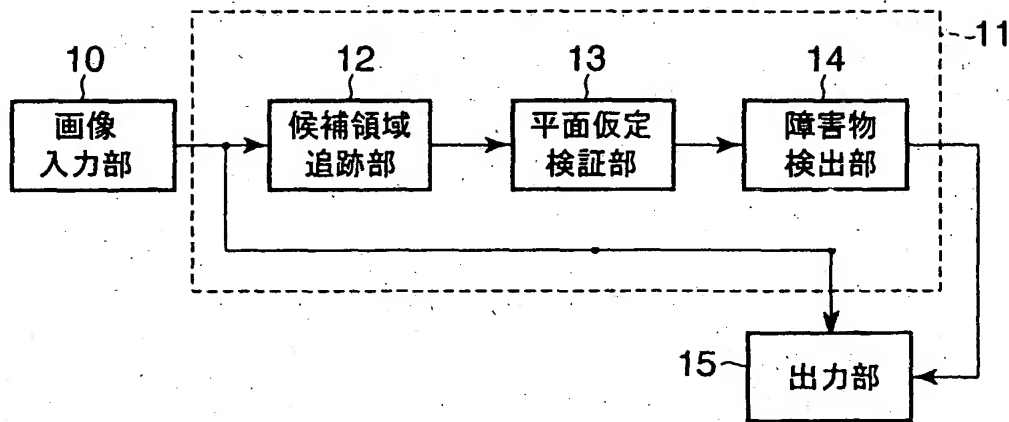
14 障害物検出部

15 出力部

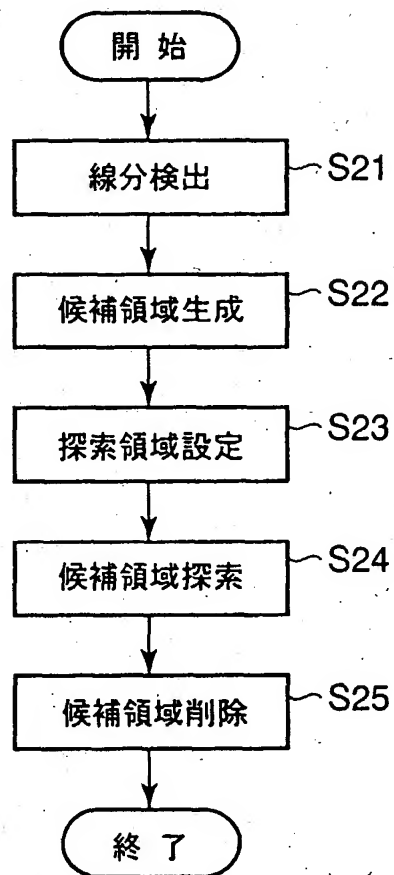
【書類名】

図面

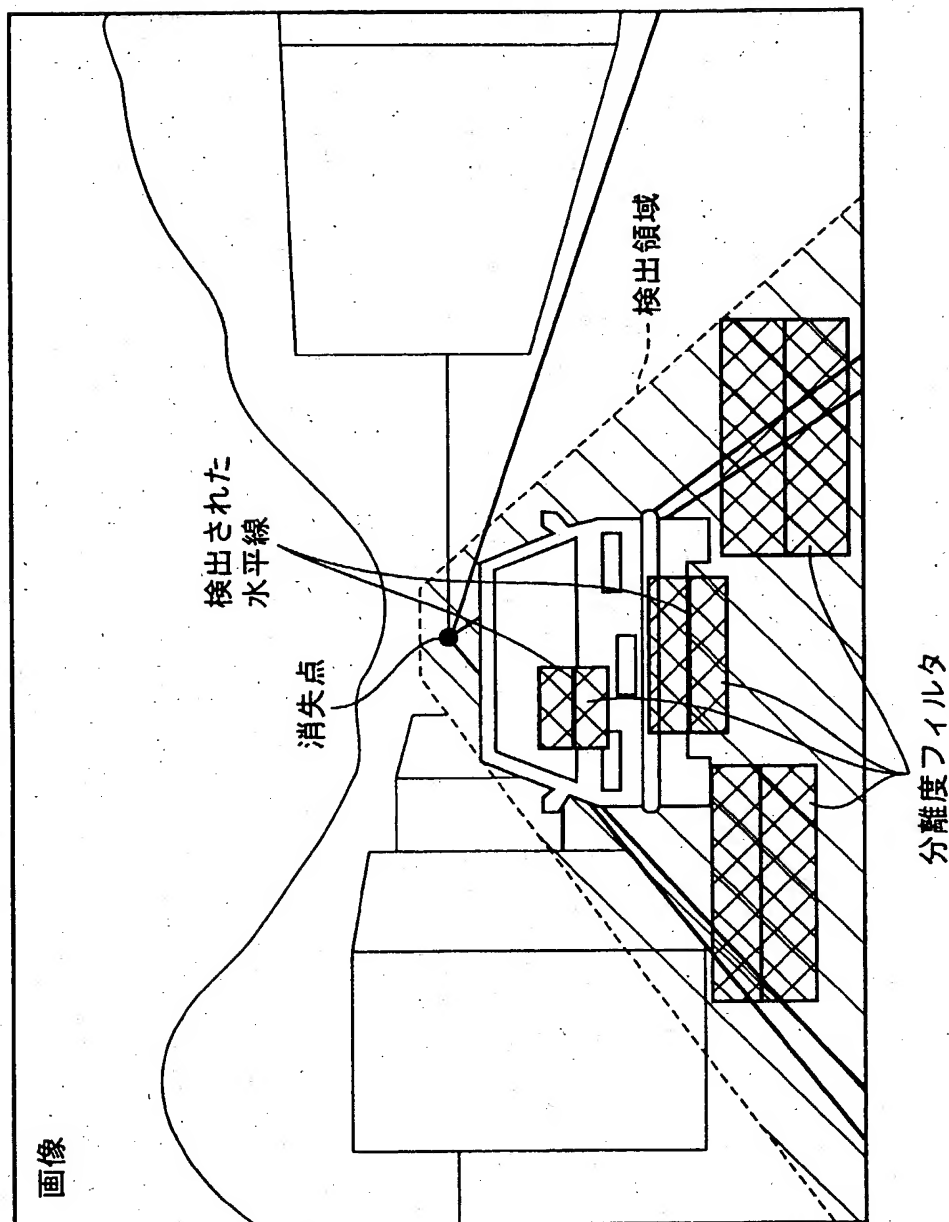
【図1】



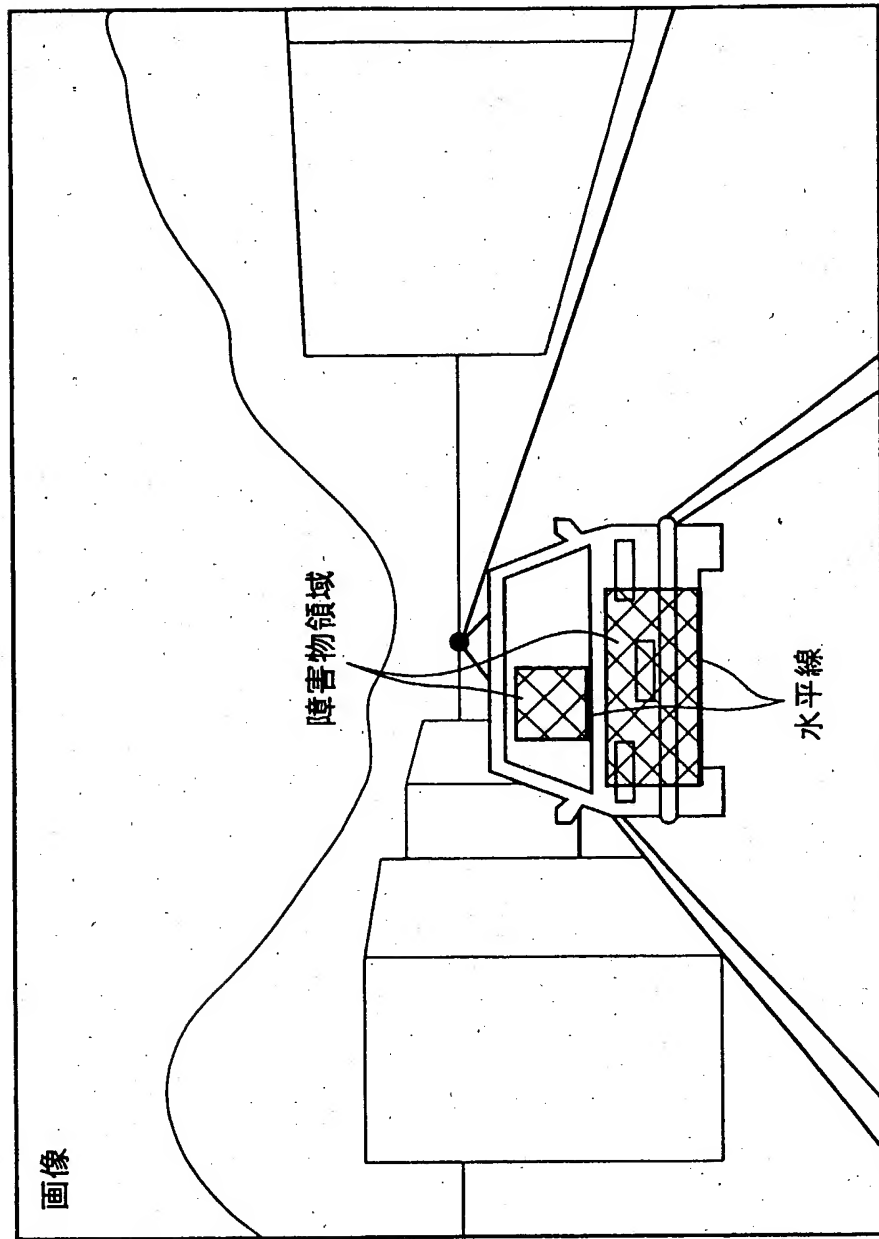
【図2】



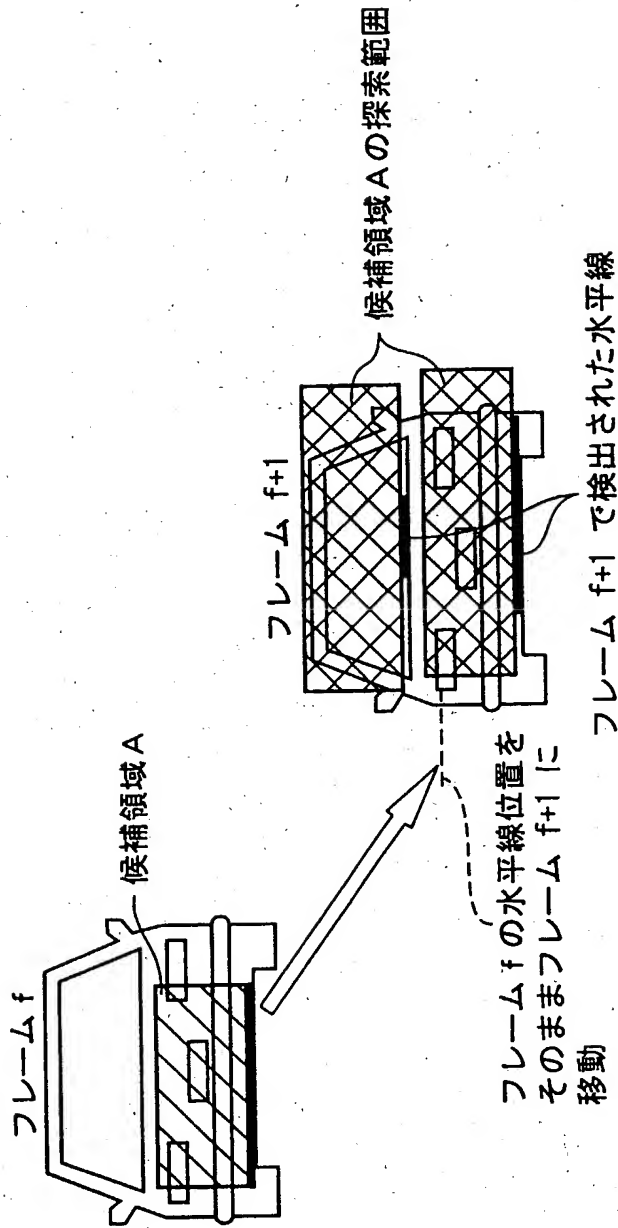
【図3】



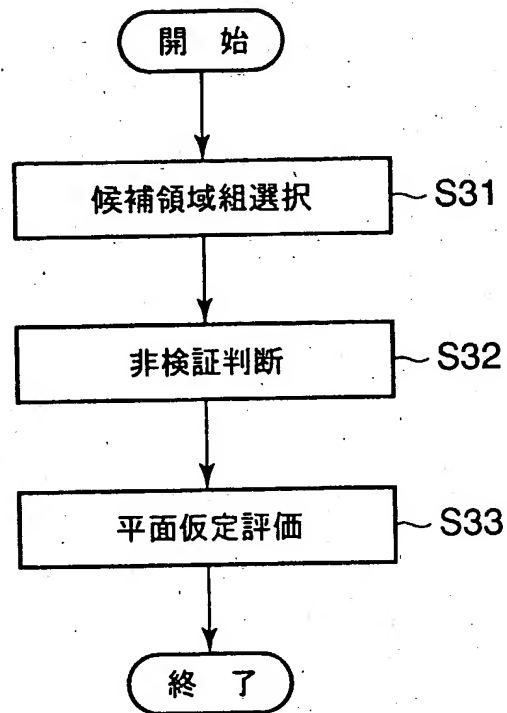
【図4】



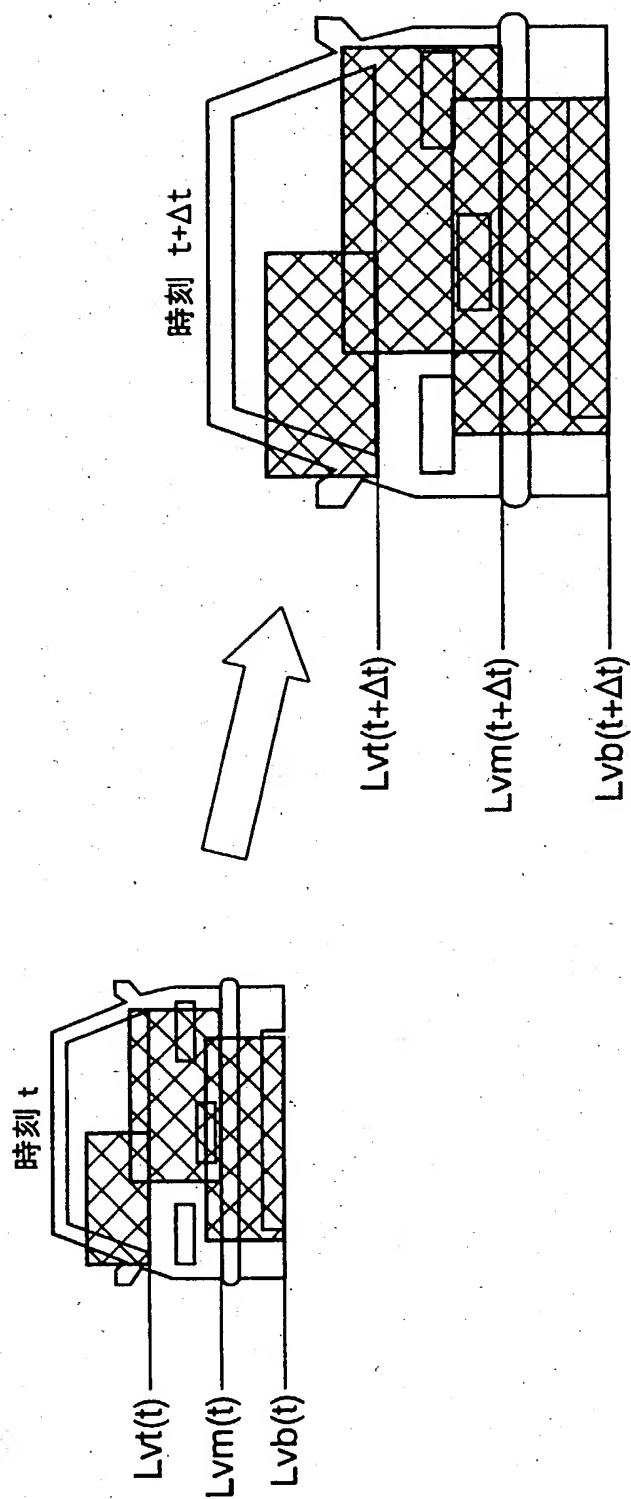
【図5】



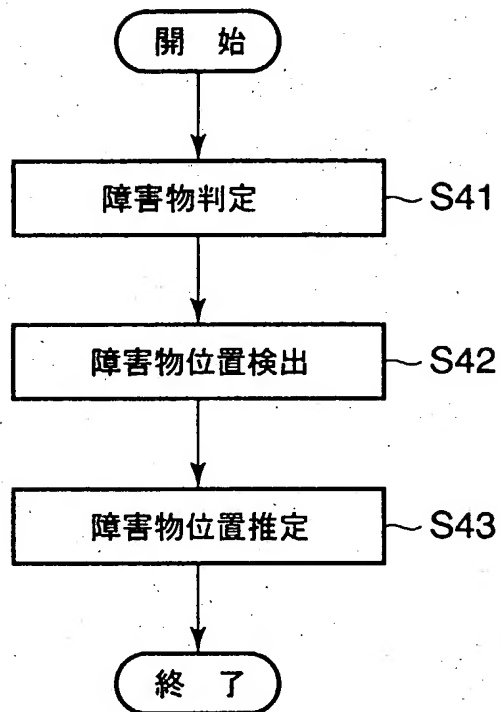
【図6】



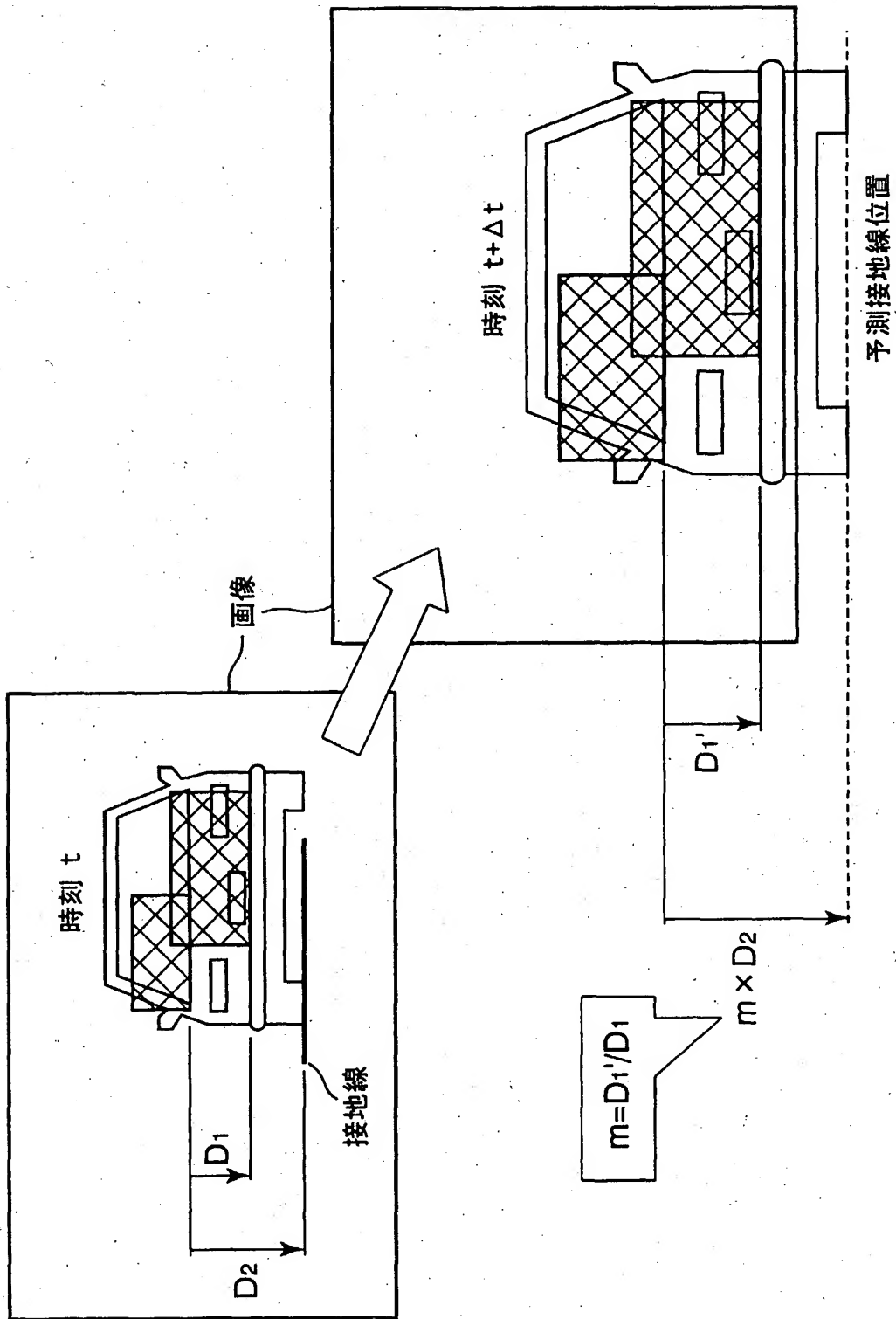
【図7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

1 台のTVカメラを用い、路面と障害物の運動視差の分布の違いに着目して障害物を検出する手法を、高速かつ安定に実現する画像処理装置およびその方法を提供する。

【解決手段】

画像入力部 1 では、時系列画像を取り込む。候補領域追跡部 1 では、ある特定の方向を持った線分を抽出しその周辺に障害物候補領域を設定し、毎フレーム抽出される線分周辺を探索することによって障害物候補領域を高速に追跡する。平面仮定検証部 3 では、3 つ以上の候補領域を一組とする候補領域の組の追跡結果を用いて、それら候補領域があらかじめ設定した複数の平面のどれに属しているかを判定する。障害物検出部 4 では、平面仮定検証部 3 の結果に基づいて、障害物を検出しその位置を推定する。

【選択図】 図 1

特2002-187091

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-187091
受付番号	50200939366
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成14年 6月28日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 6月27日

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名 株式会社東芝